

## Verbesserung der Lehramtsausbildung durch Schülerlabore Konzept für das Praxisseminar *Wärmeübertragung* im PhysLab

Helen Krofta, Jörg Fandrich und Volkhard Nordmeier

Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik – Schülerlabor PhysLab

Arnimallee 14, 14195 Berlin

[hkrofta@zedat.fu-berlin.de](mailto:hkrofta@zedat.fu-berlin.de), [joerg.fandrich@fu-berlin.de](mailto:joerg.fandrich@fu-berlin.de), [volkhard.nordmeier@fu-berlin.de](mailto:volkhard.nordmeier@fu-berlin.de)

### Kurzfassung

Im Rahmen des Projekts *MINT-Lehrerbildung neu denken*<sup>1</sup> wird an der Freien Universität Berlin eine verbesserte Verzahnung von Fachdidaktik, Fach- und Erziehungswissenschaft angestrebt, die auch auf eine Stärkung des Anwendungs- und Professionsbezugs des Studiums in der MINT-Lehrerbildung zielt.

Eines von drei Teilprojekten befasst sich mit der stärkeren Einbindung der Schülerlabore in die MINT-Lehramtsausbildung, um den Studierenden schon im Studium praxisnahe Erfahrungen mit Schüler/innen zu ermöglichen.

In diesem Beitrag wird das Konzept eines neuartigen Praxisseminars *Wärmeübertragung* vorgestellt: In diesem Seminar entwickeln die Studierenden im Schülerlabor PhysLab der Freien Universität Berlin eigene Unterrichtskonzepte und erproben sie mit Schulklassen. Dieses Praxisseminar folgt gleichzeitig dem Ansatz des forschenden Lernens, die Studierenden beobachten und analysieren im Seminar auch die Lernprozesse der Schüler/innen.

### 1. Einleitung

Seit den 1960er Jahren dominieren in der ersten Phase der Lehramtsausbildung i.d.R. die fachwissenschaftlichen Studienanteile. Insbesondere nehmen schulpraktische Studien oder Praxisbezüge innerhalb der Seminare oftmals einen sehr geringen Stellenwert ein [1]. Seitens der Studierenden wird die geringe Praxisnähe im Studium aber oftmals kritisiert [2], und der Übergang ins Referendariat wird nicht selten als ‚Praxisschock‘ erlebt [1]. Zwischen der Fachwissenschaft und der Fachdidaktik herrscht im Studium häufig eine strikte Trennung, bis hin zur Konkurrenz – und teilweise werden die verschiedenen Phasen der Lehrerbildung (Universitätsstudium und Referendariat) sogar als untereinander rivalisierend wahrgenommen [3]. Die zweite, berufsfeldorientierte Phase steht – so formulierte es Terhart im Jahr 2000 – „inhaltlich, personell und kulturell unverbunden neben der ersten Phase“ (zitiert nach [1]).

Im wissenschaftlichen Diskurs um die Verbesserung der Lehramtsausbildung herrschen zwei verschiedene Meinungen vor: das konsekutive Modell, in dem für das Bachelorstudium eine Konzentration auf fachwissenschaftliche Studien empfohlen wird, und

das integrative Modell, nach dem fachwissenschaftliche, fachdidaktische und erziehungswissenschaftliche Inhalte von Anfang an nebeneinander ihren Stellenwert finden sollen [1].

Das Konzept des hier vorgestellten MINT-Projekts zur stärkeren Verknüpfung dieser drei Bereiche trägt damit dem letztgenannten Modell Rechnung und reagiert auf Ergebnisse seitens der Forschung, nach denen sich z.B. die gleichzeitige Beschäftigung mit fachwissenschaftlichen und -didaktischen Studieninhalten gegenseitig befruchten kann [3]. In dem hier vorgestellten, neu konzipierten Praxisseminar *Wärmeübertragung* stehen diese Bereiche gleichberechtigt nebeneinander und werden praxisnah unter realitätsnahen Bedingungen seitens der Studierenden erarbeitet.

Ein weiterer Aspekt ist die Umsteuerung der Bildungspolitik zu einem mehr outputorientierten Ansatz (Kompetenzorientierung) im Gegensatz zum inputorientierten Ansatz (Lernzielorientierung), die seit den im Jahr 2000 erstmalig durchgeführten PISA-Tests gefordert wird [4]. Dabei steht der Begriff der Kompetenz bzw. des Kompetenzerwerbs als messbares Ergebnis von Bildungsprozessen im Mittelpunkt. Auch für die Lehrer(aus)bildung verlie-

<sup>1</sup> Das Projekt *MINT-Lehrerbildung neu denken* wird gefördert durch die Deutsche Telekom Stiftung.  
MINT = Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik

ren lernzielorientierte Ansätze zunehmend an Bedeutung, stattdessen treten kompetenzorientierte Modelle in den Vordergrund.

Als einer der ersten stellte Shulman in den 1980er Jahren sein heute viel zitiertes Konstrukt des Lehrberufswissens vor: „I suggest we distinguish among three categories of content knowledge:

- (a) subject matter content knowledge,
- (b) pedagogical content knowledge, and
- (c) curricular knowledge.” [5, S.9].

Diese Grundidee der Aufteilung professioneller Handlungskompetenz wurde im Rahmen der Formulierung von Standards für die Lehrerbildung weiter entwickelt und mit weiteren Kompetenzen ergänzt. In dieser Arbeit stützen wir uns auf das Modell des Professionswissens von Lehrkräften (Abb. 1) sowie die dazu gehörenden Beschreibungen der Kompetenzbereiche nach [6, 7].

Das Praxisseminar *Wärmeübertragung* im Lehramtstudium der Physik konzentriert sich in diesem Kontext darauf, bei den Studierenden Kompetenzen in den Bereichen *Fachwissen*, *Fachdidaktisches* und *Pädagogisches Wissen* zu entwickeln (vgl. Kap. 4.3).

Auch inhaltlich orientieren sich die Studierenden im Praxisseminar *Wärmeübertragung* am Konzept der kompetenzorientierten Planung von Lehr-Lernumgebungen für die Schulklassen, die das Schülerlabor PhysLab im Rahmen des Seminars

besuchen (vgl. Kap. 4.3).

## 2. Das Schülerlabor PhysLab

Ziel des PhysLabs ist es, Schüler/innen authentische Einblicke in Wissenschaft und Forschung zu ermöglichen und Interesse für die Naturwissenschaften zu wecken und zu fördern. Mit diesem Konzept [8] sind in Deutschland innerhalb der letzten 20 Jahre in etwa 170 Schülerlabore (im engeren Sinne) entstanden [9].

Das PhysLab hält unterschiedliche Angebote bereit: In den *Einführungsexperimenten* können mehr als 100 physikalische Versuche in ungezwungener Atmosphäre, ähnlich wie in einem Science-Center, (explorierend) durchgeführt werden. Schüler/innen der fünften und sechsten Klasse können zusätzlich im Experimentierzyklus *Schwimmen*, *Schweben*, *Sinken* das Phänomen des Auftriebs ‚erforschen‘. Für Gruppen ab der zehnten Klassenstufe bietet sich dagegen ein Besuch im *Experimentierlabor* an. Hier führen Schüler/innen in Kleingruppen umfangreichere Versuche durch, die in den Schulen meistens nur als Demonstrationsversuch oder gar nicht gezeigt werden. Mögliche Themen sind z.B. Photoeffekt, Franck-Hertz-Versuch, Radioaktivität oder Brennstoffzelle [10].

Darüber hinaus bietet das PhysLab aber auch Besuche von Forschungslaboren, Studienberatungen, Sonderveranstaltungen und öffentlichkeitswirksame Events sowie Multiplikatorenschulungen und Leh-

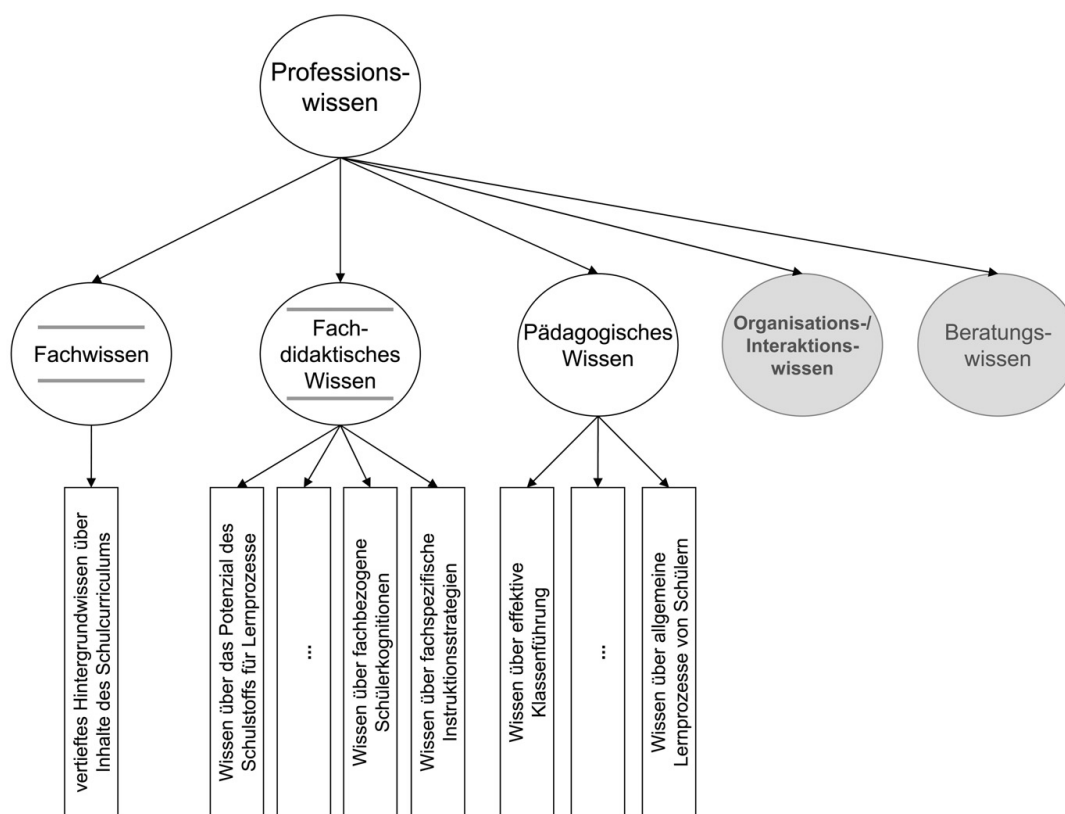


Abb. 1: Modell des Professionswissens (nach: [7])

rerfortbildungen an.

Weitere Informationen finden sich auf der Homepage des PhysLabs [11].

### 3. Vorerfahrungen mit der Einbindung des PhysLab in die Lehramtsausbildung

Die Arbeitsgruppe *Didaktik der Physik* verfügt bereits über Vorerfahrungen mit der Einbindung des PhysLabs in die Lehramtsausbildung. Seit 2006 wird ein sog. Praxisseminar für Studierende im lehramtsbezogenen Bachelorstudium als Teil des Basismoduls *Didaktik der Physik* angeboten und stetig weiter entwickelt.

Dieses Praxisseminar *Schwimmen, Schweben, Sinken* wird als Blockveranstaltung durchgeführt und besteht aus einem Theorie- und einem Praxisteil. Im Theorieteil findet eine Reflexion über die Schülerlaborarbeit und die Erkenntnisgewinnung durch Experimente statt, zusätzlich werden sowohl physikalische als auch didaktische Aspekte vertieft. Im Praxisteil betreuen die Studierenden Grundschulklassen im PhysLab. Sie beobachten sich hierbei während ihrer Unterrichtstätigkeit gegenseitig, und die beobachteten Lehr-Lernprozesse sowie die Konsequenzen des Lehrerhandelns werden im Anschluss an den Unterricht im Plenum diskutiert und hinterfragt.

Hauptziele des Seminars sind die Überprüfung der eigenen Berufswahl durch das aktive Ausprobieren der Lehrerrolle sowie das Sammeln erster Erfahrungen im eigenverantwortlichen Umgang mit Schüler/innen und Schulklassen. Das Schülerlabor stellt hierbei eine Art geschützte Umgebung dar und ermöglicht es, bestimmte Variablen des Unterrichts gezielt konstant zu halten [12]. Beispielsweise kann die Lernumgebung (Räumlichkeiten, mediale Ausstattung, Art und Zahl der Experimente) konstant gehalten werden, und nur die konkrete Schülergruppe (z.B. Privatschule, Brennpunktschule, Anteil von Kindern mit Deutsch als Zweitsprache) ändert sich. Das Schülerlabor wird so zu einem 'Lehr-Lern-Labor', in dem gezielt Rahmenbedingungen für den Unterricht beeinflusst und Unterrichtsprozesse gesteuert und erforscht werden können.

Die Nachfrage nach dem Praxisseminar *Schwimmen, Schweben, Sinken* ist inzwischen so groß, dass es jedes Semester angeboten und von fast allen Studierenden eines Jahrgangs besucht wird.

## 4. Das neue Praxisseminar *Wärmeübertragung*

### 4.1 Verortung des Seminars im Studium

Das neue Praxisseminar ist eines von mehreren Wahloptionen im Vertiefungsmodul zur Physikdidaktik im Lehramts-Masterstudiengang Physik. Zu diesem Zeitpunkt haben die Studierenden nicht nur das Basismodul im Bachelorstudium, sondern auch das Modul *Fachbezogenes Unterrichten in Fach Physik* abgeschlossen. Dieses Modul beinhaltet ein Schulpraktikum mit eigener Unterrichtstätigkeit

sowie ein Vor- und Nachbereitungsseminar zu je 2 Semesterwochenstunden (SWS).

### 4.2 Ablauf des Seminars

Das Praxisseminar *Wärmeübertragung* hat einen Umfang von 2 SWS, die sich auf neun Blöcke mit je zwei bis vier Unterrichtsstunden verteilen. Davon entfallen vier Blöcke auf theoretische Vorarbeiten, Planungsphase und einen gemeinsamen Testlauf, vier Blöcke auf das Unterrichten von Schulklassen im Schülerlabor PhysLab und ein Block auf die nachbereitende Reflexion (Abb.2).

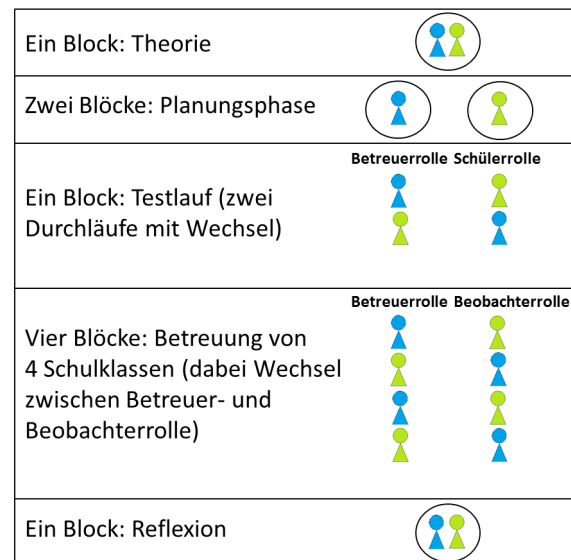


Abb. 2: Ablauf des Praxisseminars *Wärmeübertragung*: Gruppe 1 (grün), Gruppe 2 (blau)

Die Studierenden werden in zwei Gruppen aufgeteilt, die jeweils ein Unterrichtskonzept zur Gestaltung einer Lernumgebung erstellen. Vor der eigentlichen Praxisphase wird der Entwurf einmal durch Lehramtsstudierende eines anderen Seminars getestet. Steht kein geeignetes Partnerseminar zur Verfügung, schlüpfen die Studierenden selbst abwechselnd in die Schülerrolle, um das Konzept ihrer Kommiliton/innen zu testen.

Jede Gruppe ist zweimal für die Betreuung einer Schulklassen im Schülerlabor verantwortlich. Dies ermöglicht eine Korrektur bzw. Verbesserung der Planung für den zweiten Durchlauf.

Ein reflexiver Rückblick im Anschluss an die Stunde durch die betreuende Gruppe selbst dient der Selbsteinschätzung. Zusätzlich erhält diese eine Rückmeldung seitens der Dozent/innen und von ihren Kommiliton/innen.

Die Studierenden der Beobachtergruppe wählen vor dem Schulklassenbesuch eine für sie interessante Fragestellung für eine gezielte Beobachtung aus. Diese operationalisieren sie und überführen sie in ein geeignetes Beobachtungsinstrument (z.B. einen Beobachtungsbogen). Durch diesen Ansatz der Analyse von Lehr-Lern-Prozessen lernen sie, einen forschenden Blickwinkel auf Unterricht einzunehmen (Abb. 3).



**Abb. 3:** Blick auf das Unterrichtsgeschehen aus der Beobachterperspektive einer Studentin (Foto: Helen Krofta).

### 4.3 Inhaltliches Konzept

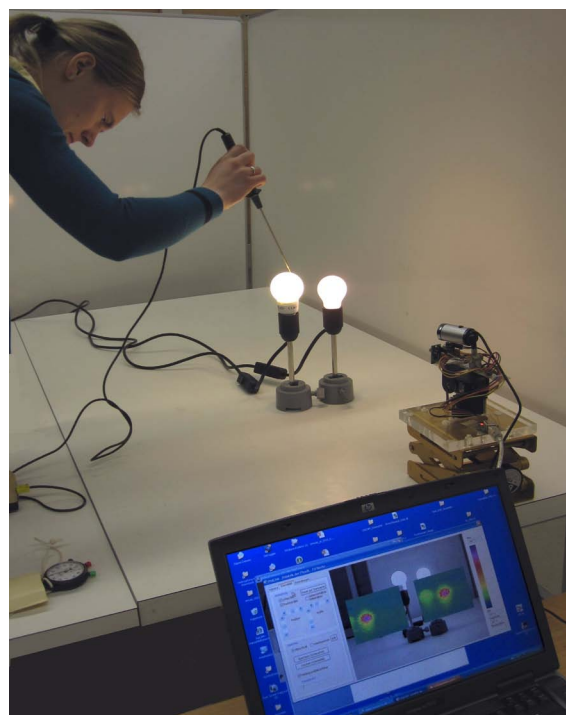
Im Praxisseminar *Wärmeübertragung* werden **fachwissenschaftliche Inhalte** aus dem Themengebiet der Wärmelehre wiederholt, auf den schulischen Kontext angepasst und inhaltlich vertieft. Hierzu wurde eigens für diese Lehrveranstaltung ein Experimentierkatalog erstellt. Aus diesem wählen die Studierenden gemeinsam mit den Dozent/inn/en eine Auswahl an Experimenten aus, die aufgebaut, getestet und unter fachlichen und didaktischen Aspekten diskutiert werden. Diese Experimente bilden die Grundlage für die zu konzipierende Unterrichtsdoppelstunde.

Der Einsatz moderner Technologie – einer Wärmekamera *VarioCAM* (320px x 240px), einer selbstgebauten Wärmekamera *DidCAM* (64px x 31px) und einer USB-Kamera mit Infrarotfilter – gibt den Studierenden zudem Einblicke in Messmethoden, die derzeit zwar in den meisten Schulen noch nicht zum Einsatz kommen, die aber Forschungs- und Anwendungsbezüge der Thermodynamik sehr schön verdeutlichen (Abb. 4).

Die selbstgebaute *DidCAM* dient den Studierenden und den Lehrkräften, die die Klassen begleiten, während der Schülerlaborbesuche als Anregung, diese als preisgünstige Variante (Selbstkostenpreis ca. 300 Euro) nachzubauen und im eigenen Unterricht zu nutzen [13]. (Die Bauanleitung kann von der Webseite der Didaktik der Physik auch heruntergeladen werden [14].)

Zu den **fachdidaktischen Inhalten** des Seminars gehören beispielsweise Arbeitsaufträge und Diskussionen zum kompetenzorientierten Unterrichten, zu den Vor- und Nachteilen verschiedener Sozialformen, der Nutzung unterschiedlicher Medien und Methoden oder die Berücksichtigung von Genderaspekten im Unterricht.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Kompetenzorientierung des Unterrichts. Die Studierenden lernen, gezielt Aufgabenstellungen für die vier Kompetenzfelder der naturwissenschaftlichen Handlungskompetenz (*Fachwissen, Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung*) auf unterschiedlichen Niveaustufen zu entwickeln. Die Klassifizierung der Aufgaben erfolgt anhand der Kompetenzmatrix der KMK<sup>2</sup> [15]. Als Bearbeitungsgrundlage für die inhaltliche Konzeption der Unterrichtseinheit dient der Berliner Rahmenlehrplan Physik. Weitere Zielsetzungen betreffen eine hohe Eigenaktivität der Schüler/innen und die Berücksichtigung von Genderaspekten.



**Abb. 4:** Studentin erfasst die Temperaturen zweier Glühlampen mit Thermometer und *DidCAM* (Umwandlung in ein Wärmebild) (Foto: Helen Krofta).

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Zur erfolgreichen Planung und Gestaltung von Lernumgebungen bzw. Unterricht im Schülerlabor müssen also sowohl die fachwissenschaftlichen Inhalte als auch die fachdidaktischen Gesichtspunkte von den Studierenden erfolgreich durchdrungen und miteinander verknüpft werden. Die Trennung zwischen der fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Ausbildung wird in diesem Praxisseminar somit weitgehend aufgehoben.

Während der praktischen Situation der Betreuung von Schulklassen im Schülerlabor wird dieses Wissen durch **pädagogische Erfahrungen** ergänzt.

Hierzu gehören beispielsweise auch das Management der Gruppen- bzw. Klassensituation, Maßnah-

<sup>2</sup> KMK=Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland

men zur Motivation oder der Umgang mit Störungen.

Im Sommersemester 2011 erfolgte die erste (erfolgreiche) Erprobung des Praxisseminars *Wärmeübertragung* an der Freien Universität Berlin. Für die weiteren Durchläufe ist eine wissenschaftliche Begleitforschung geplant, die die Wirksamkeit des Einsatzes von Schülerlaboren in der Lehrerausbildung untersuchen wird.

Im Wintersemester 2011/2012 soll der Aspekt der Beobachtung von Lehr-Lern-Prozessen im Schülerlabor weiter ausgebaut werden. Hierzu wird ein neues Seminar entwickelt und erprobt, in dem die Konstruktion von Erhebungsinstrumenten sowie deren Anwendung im Schülerlabor mit den Studierenden geübt werden soll. Die Auswertung der Daten sowie die Präsentation und Diskussion der Ergebnisse soll den Teilnehmer/innen Erkenntnisgewinne für ihr Berufsleben ermöglichen.

## 6. Literatur

- [1] Möller, Katharina (2006): *Lehrerbildung – die (Un)Vollendete? Deutschland und Schweden im Vergleich*. Hochschulpraxis – Erziehungswissenschaften, Band 9, Hamburg: Krämer
- [2] Hoppe-Graff, Siegfried; Schroeter, Romy & Flammeyer, Doris (2008): *Universitäre Lehrerausbildung auf dem Prüfstand: Wie beurteilen Referendare das Theorie-Praxis-Problem?* In: *Empirische Pädagogik* 22 (3), S. 353-381
- [3] Merzyn, Gottfried (2006): *Fachdidaktik im Lehramtsstudium: Qualität und Quantität*. In: *MNU* 59 (1), 2006, S. 4-7
- [4] Jude, Nina; Klieme, Eckhard (2008): *Einleitung*. In: *Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Kompetenzerfassung in pädagogischen Handlungsfeldern*. Bildungsforschung Band 26. Bonn, Berlin: BMBF, S. 7-11, [http://www.bmbf.de/pub/bildungsforschung\\_band\\_sechszwanzig.pdf](http://www.bmbf.de/pub/bildungsforschung_band_sechszwanzig.pdf) (Stand: 5/2011)
- [5] Shulman, Lee, S. (1986): *Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. In: *Educational Researcher* 15 (2), S. 4-14
- [6] Baumert, Jürgen; Kunter, Mareike (2006): *Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften*. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9 (4), S. 469-520
- [7] Brunner, Martin; Kunter, Mareike; Krauss, Stefan; Baumert, Jürgen; Blum, Werner; Dubberke, Thamar; Jordan, Alexander; Klusmann, Uta; Tsai, Yi-Mau; Neubrandt, Michael (2006): *Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung?* In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* (4) S. 521-544
- [8] Engeln, Katrin (2005): *Forschen wie in der echten Wissenschaft*. In: *Spektrum der Wissenschaft* (6), S. 70-72, [http://www.wissenschaft-online.de/spektrum/pdf/frei/SDW\\_05\\_06\\_S070.pdf](http://www.wissenschaft-online.de/spektrum/pdf/frei/SDW_05_06_S070.pdf) (Stand: 5/2011)
- [9] Hempelmann, Rolf (2011): *Ein Lernort für unsere Zukunft*. In: *Nachrichten aus der Chemie* 59 (2), S. 103. [http://www.gdch.de/taetigkeiten/nch/jg2011/h02\\_11.htm](http://www.gdch.de/taetigkeiten/nch/jg2011/h02_11.htm) (Stand: 5/2011)
- [10] Dähnhardt, Dorothee; Haupt, Olaf J.; Pawek, Christoph (Hrsg.) (2009): *Kursbuch 2010: Schülerlabore in Deutschland*. 1. Auflage. Marburg: Tectum – ISBN 978-3-8288-2120-0
- [11] Homepage des Schülerlabors PhysLab am Fachbereich Physik der Freien Universität Berlin: <http://www.physik.fu-berlin.de/schulkontakte/physlab/> (Stand: 5/2011)
- [12] Fandrich, Jörg; Nordmeier, Volkhard (2008): *Ausbildung von Lehramtsstudierenden am Schülerlabor 'PhysLab'*. In: Nordmeier, Volkhard; Grötzebauch, Helmuth (Hrsg.): *Didaktik der Physik – Berlin 2008*. Berlin: Lehmanns Media – ISBN 978-3-86541-317-8
- [13] Grötzebauch, Helmuth; Hahn, Tomas; Nordmeier, Volkhard (2009): *DidCAM - Wärmebildkamera "Low Cost"*. In: NORDMEIER, Volkhard; GRÖTZEBAUCH, Helmuth (Hrsg.): *Didaktik der Physik – Bochum 2009*. Berlin: Lehmanns Media – ISBN 978-3-86541-371-0
- [14] Homepage der Didaktik der Physik am Fachbereich Physik der Freien Universität Berlin: [http://didaktik.physik.fu-berlin.de/projekte/waermebild/DidCAM/download/DidCAM\\_PhyDid\\_Bauanleitung.pdf](http://didaktik.physik.fu-berlin.de/projekte/waermebild/DidCAM/download/DidCAM_PhyDid_Bauanleitung.pdf) (Stand: 5/2011)
- [15] Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (2005): *Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. München, Neuwied: Wolters Kluwer, [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf) (Stand: 5/2011)